

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. September 2005 (29.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/091326 A3

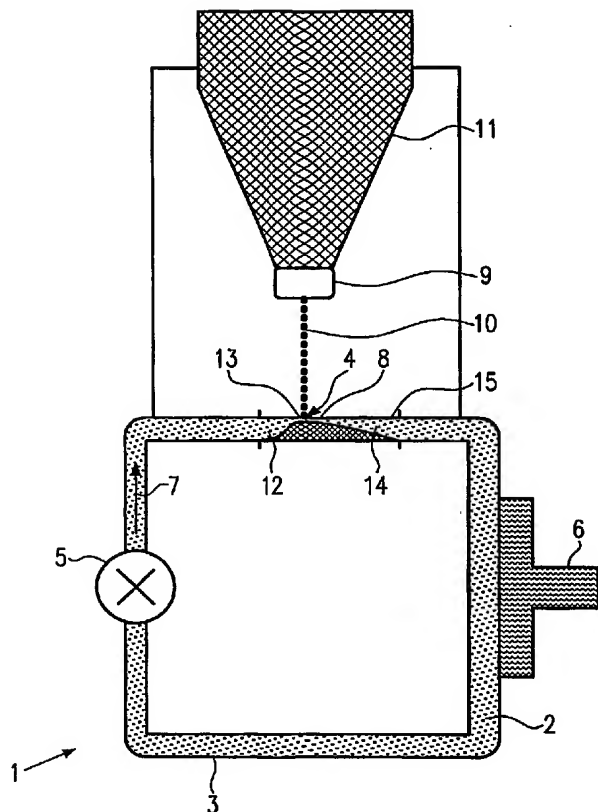
(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01J 35/08**,
H02K 44/06
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/002989
(22) Internationales Anmeldedatum:
21. März 2005 (21.03.2005)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 013 618.1 19. März 2004 (19.03.2004) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **YXLON INTERNATIONAL SECURITY GMBH**
[DE/DE]; Heselstücken 3, 22453 Hamburg (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HARDING, Geoffrey**
[GB/DE]; Jevenstedter Str. 170 D, 22547 Hamburg (DE).
(74) **Anwalt: DTS MÜNCHEN**; St.-Anna-Strasse 15, 80538
München (DE).
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,
ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** X-RAY EMITTER, LIQUID-METAL ANODE FOR AN X-RAY SOURCE AND METHOD FOR OPERATING A
MAGNETOHYDRODYNAMIC PUMP FOR THE SAME

(54) **Bezeichnung:** RÖNTGENSTRAHLER, FLÜSSIGMETALLANODE FÜR EINE RÖNTGENQUELLE SOWIE VERFAH-
REN ZUM BETRIEB EINER MAGNETOHYDRODYNAMISCHEN PUMPE HIERFÜR



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for operating a magnetohydrodynamic pump (5) for a liquid-metal anode (1) of an X-ray source. According to the invention, said pump can be operated in at least two modes, the first mode being a fusion mode, in which the liquid metal (2) is fused in a conduit (3) of the liquid-metal anode (1) and the second mode being an operation mode, in which the liquid metal (2) is pumped through the conduit (3) and X-ray radiation is generated. The invention also relates to a liquid-metal anode (1) for an X-ray source comprising: a liquid metal (2) that is contained in a conduit (3), an anode module (15) being inserted into the conduit (3) in the focusing region (4); a pump (5) for circulating the liquid metal (2) in the conduit (3); and a cooling system (6) for the liquid metal (2). According to the invention, a liquid-metal anode (1) of this type comprises a magnetohydrodynamic pump (5) that is configured as above.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung befasst sich mit einem Verfahren zum Betrieb einer magnetohydrodynamischen Pumpe 5 für eine Flüssigmetallanode 1 einer Röntgenquelle. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass sie in mindestens zwei Moden betreibbar ist, wobei der erste Modus ein Auftaumodus ist, in dem das Flüssigmetall 2 in einer Leitung 3 der Flüssigmetallanode 1 geschmolzen wird, der zweite Modus ein Betriebsmodus ist, in dem das Flüssigmetall 2 durch die Leitung 3 gepumpt wird und die Erzeugung von Röntgenstrahlen erfolgt. Darüber hinaus befasst sich die Erfindung mit einer Flüssigmetallanode 1 für eine Röntgenquelle mit einem Flüssigmetall 2, das sich in einer Leitung 3 befindet, wobei ein Anodenmodul 15 im Fokusbereich 4 in die Leitung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/091326 A3



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen**

Recherchenberichts:

12. Januar 2006

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/002989

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01J35/08 H02K44/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02K H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 953 191 A (SMITHER ET AL) 28 August 1990 (1990-08-28) column 2, line 53 - column 5, line 31; figures 1,2	8,15,16
A	- " -	1-7
X	EP 0 957 506 A (PHILIPS CORPORATE INTELLECTUAL PROPERTY GMBH; KONINKLIJKE PHILIPS ELEC) 17 November 1999 (1999-11-17) paragraphs '0007!', '0011!', '0015!', '0018!' - '0023!; claim 5; figure 1	8-10,12, 14-16
Y	- " -	11,13
A	- " -	1-7
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 October 2005

Date of mailing of the international search report

31/10/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Weisser, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/002989

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 102 302 A (PHILIPS CORPORATE INTELLECTUAL PROPERTY GMBH; KONINKLIJKE PHILIPS ELEC) 23 May 2001 (2001-05-23) paragraphs '0011!, '0015! - '0020!; figure 1	8-10,12, 14-16
A	- " -	1-7
Y	----- HARDING G ET AL: "Liquid metal anode X-ray tubes and their potential for high continuous power operation" RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL, vol. 67, no. 1, May 2003 (2003-05), pages 7-14, XP004420929 ISSN: 0969-806X page 9, right-hand column, paragraph 2; figure 1	11
A	pages 8,9; figure 1	1-7
A	----- HARDING G ET AL: "Liquid metal anode X-ray sources and their potential applications" NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH, SECTION - B: BEAM INTERACTIONS WITH MATERIALS AND ATOMS, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 213, January 2004 (2004-01), pages 189-196, XP004473874 ISSN: 0168-583X pages 2,3; figure 3	1-16
A	----- WO 98/16001 A (THE BROKEN HILL PROPRIETARY COMPANY LIMITED; DAVIES, OWEN, WILLIAM; OW) 16 April 1998 (1998-04-16) pages 8-10; figures 1-3	1-16
A	----- US 5 415 529 A (LE BOUCHER ET AL) 16 May 1995 (1995-05-16) columns 3-6; figures 1,2	1-16
A	----- GB 2 317 506 A (* AEA TECHNOLOGY PLC) 25 March 1998 (1998-03-25) pages 3-6; figure 1	1-16
Y	----- DE 43 01 146 A1 (MITSUBISHI DENKI K.K., TOKIO/TOKYO, JP) 22 July 1993 (1993-07-22) column 4, last paragraph	13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/002989

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4953191	A	28-08-1990	NONE	
EP 0957506	A	17-11-1999	DE 19821939 A1 JP 11339702 A US 6185277 B1	18-11-1999 10-12-1999 06-02-2001
EP 1102302	A	23-05-2001	DE 19955392 A1 JP 2001155670 A US 6560313 B1	23-05-2001 08-06-2001 06-05-2003
WO 9816001	A	16-04-1998	NONE	
US 5415529	A	16-05-1995	CZ 9302539 A3 DE 69307667 D1 EP 0600759 A1 FR 2698742 A1 JP 6209561 A	15-06-1994 06-03-1997 08-06-1994 03-06-1994 26-07-1994
GB 2317506	A	25-03-1998	NONE	
DE 4301146	A1	22-07-1993	JP 3022014 B2 JP 6043298 A US 5317618 A	15-03-2000 18-02-1994 31-05-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/002989

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01J35/08 H02K44/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H02K H01J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 953 191 A (SMITHER ET AL) 28. August 1990 (1990-08-28) Spalte 2, Zeile 53 – Spalte 5, Zeile 31; Abbildungen 1,2	8,15,16
A	– " –	1–7
X	EP 0 957 506 A (PHILIPS CORPORATE INTELLECTUAL PROPERTY GMBH; KONINKLIJKE PHILIPS ELEC) 17. November 1999 (1999-11-17) Absätze '0007!, '0011!, '0015!, '0018! – '0023!; Anspruch 5; Abbildung 1	8–10,12, 14–16
Y	– " –	11,13
A	– " –	1–7
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Oktober 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

31/10/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL – 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Weisser, W

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 102 302 A (PHILIPS CORPORATE INTELLECTUAL PROPERTY GMBH; KONINKLIJKE PHILIPS ELEC) 23. Mai 2001 (2001-05-23) Absätze '0011!, '0015! - '0020!; Abbildung 1	8-10,12, 14-16
A	- " - -----	1-7
Y	HARDING G ET AL: "Liquid metal anode X-ray tubes and their potential for high continuous power operation" RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL, Bd. 67, Nr. 1, Mai 2003 (2003-05), Seiten 7-14, XP004420929 ISSN: 0969-806X Seite 9, rechte Spalte, Absatz 2; Abbildung 1	11
A	Seiten 8,9; Abbildung 1 -----	1-7
A	HARDING G ET AL: "Liquid metal anode X-ray sources and their potential applications" NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH, SECTION - B: BEAM INTERACTIONS WITH MATERIALS AND ATOMS, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, Bd. 213, Januar 2004 (2004-01), Seiten 189-196, XP004473874 ISSN: 0168-583X Seiten 2,3; Abbildung 3 -----	1-16
A	WO 98/16001 A (THE BROKEN HILL PROPRIETARY COMPANY LIMITED; DAVIES, OWEN, WILLIAM; OW) 16. April 1998 (1998-04-16) Seiten 8-10; Abbildungen 1-3 -----	1-16
A	US 5 415 529 A (LE BOUCHER ET AL) 16. Mai 1995 (1995-05-16) Spalten 3-6; Abbildungen 1,2 -----	1-16
A	GB 2 317 506 A (* AEA TECHNOLOGY PLC) 25. März 1998 (1998-03-25) Seiten 3-6; Abbildung 1 -----	1-16
Y	DE 43 01 146 A1 (MITSUBISHI DENKI K.K., TOKIO/TOKYO, JP) 22. Juli 1993 (1993-07-22) Spalte 4, letzter Absatz -----	13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/002989

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4953191	A	28-08-1990	KEINE		
EP 0957506	A	17-11-1999	DE	19821939 A1	18-11-1999
			JP	11339702 A	10-12-1999
			US	6185277 B1	06-02-2001
EP 1102302	A	23-05-2001	DE	19955392 A1	23-05-2001
			JP	2001155670 A	08-06-2001
			US	6560313 B1	06-05-2003
WO 9816001	A	16-04-1998	KEINE		
US 5415529	A	16-05-1995	CZ	9302539 A3	15-06-1994
			DE	69307667 D1	06-03-1997
			EP	0600759 A1	08-06-1994
			FR	2698742 A1	03-06-1994
			JP	6209561 A	26-07-1994
GB 2317506	A	25-03-1998	KEINE		
DE 4301146	A1	22-07-1993	JP	3022014 B2	15-03-2000
			JP	6043298 A	18-02-1994
			US	5317618 A	31-05-1994